

郑翔,李真真,郑利亚,等.武功山不同海拔高度土壤速效钾与植物全钾分布格局及相关性[J].江苏农业科学,2017,45(4):211-214.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.063

武功山不同海拔高度土壤速效钾与植物全钾分布格局及相关性

郑翔¹,李真真¹,郑利亚¹,刘倩¹,郭晓敏¹,牛德奎²

(1.江西农业大学林学院/江西省森林培育重点实验室,江西南昌 330045; 2.江西农业大学国土资源与环境学院,江西南昌 330045)

摘要:钾是植物必需的营养元素之一,而土壤速效钾是土壤钾素供应的指标之一。以江西省武功山海拔 800 ~ 1 900 m 为研究对象,分析不同海拔高度的土壤速效钾、植物全钾的分布格局及相关性。结果表明,土壤速效钾含量的变异范围为 24.33 ~ 138.53 mg/kg,均值为 86.99 mg/kg,土壤速效钾含量为草甸区 > 灌木区 > 毛竹区 > 针阔混交区。植物全钾含量的变异范围为 1.01 ~ 7.16 g/kg,均值为 4.82 g/kg,植物全钾含量为草甸区 > 针阔混交区 > 灌木区 > 毛竹区。海拔高度与土壤速效钾含量、植物全钾含量之间均存在极显著的正相关,土壤速效钾含量与植物全钾含量具有极显著的正相关。

关键词:海拔;土壤速效钾;植物全钾

中图分类号:S153 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)04-0211-04

钾元素是植物生长发育所必需的元素,是与氮、磷并列的植物营养的三大要素之一。钾能促进植物的光合作用,制造更多的养料,尤其是对淀粉和糖分的形成有重要作用,同时,钾还能促进植物对氮、磷的吸收,有利于蛋白质的形成,参与细胞渗透调节作用,调控气孔运动,激活酶的活性,促进有机酸代谢,增强植物的抗逆性^[1]。钾在植物体内主要以离子形态和可溶性盐存在,或者吸附在原生质表面上。植物体内钾离子浓度往往比其他离子高,而且远远高于外界环境中的速效钾浓度^[2]。钾元素关系到植物群落的稳定和可持续发展。

土壤是植物生长最主要的营养来源,植物必须从土壤中获取大量的营养元素以满足其生长发育的需要。在自然条件下植物生长所需要的钾来自含钾矿物的风化,尤其是土壤表层的速效钾含量直接决定了植物的生长状况^[3]。武功山由于山体垂直海拔较高且山势陡峻,导致气候、土壤、植被的垂直地带性分异明显。近年来,众多学者以山地草甸为研究对象,分析海拔 1 600 ~ 1 900 m 的草甸区土壤的理化性质,而很少有人研究不同植被类型的钾含量的分布格局。本研究根据植被类型将武功山海拔 800 ~ 1 900 m 划分为毛竹区、针阔混交区、灌木区、山地草甸区,以这 4 个区为研究对象,分析测定不同植被类型的土壤和凋落物钾含量,以期揭示武功山垂直梯度上土壤速效钾、植物全钾的分布格局,为合理开发利用土壤和植物资源以及可持续发展提供科学依据。

收稿日期:2016-07-22

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAC11B06);国家自然科学基金(编号:30960312,31560150)。

作者简介:郑翔(1992—),男,陕西榆林人,硕士研究生,主要从事水土保持与植被修复研究。E-mail:867880720@qq.com。

通信作者:牛德奎,博士,教授,博士生导师,主要从事退化生态系统恢复和林木营养研究。E-mail:bdk2157@sina.com。

步的深化研究。

参考文献:

- [1]任平,吴芬娜,周介铭.我国“两个最严格”土地管理制度:理论矛盾与现实困境[J].经济管理,2012(8):173-182.
- [2]宋小青,吴志峰,欧阳竹.1949年以来中国耕地功能变化[J].地理学报,2014,69(4):435-447.
- [3]刘志华.内蒙古耕地总量动态平衡的途径与措施[J].内蒙古农业大学学报(社会科学版),2010,12(2):87-88,92.
- [4]宋佳楠,金晓斌,周寅康.基于多层线性模型的耕地集约利用对粮食生产力贡献度分析——以内蒙古自治区为例[J].资源科学,2010,32(6):1161-1168.
- [5]白雪红,闫慧敏,黄河清,等.1991—2010年内蒙古耕地转出时空格局及分布规律[J].资源科学,2015,37(2):360-369.

1 材料与方法

1.1 武功山概况

武功山位于江西省中西部,毗邻湖南省,地处 114°10' ~

- [6]刘琼峰,李明德,段建南,等.基于GIS的湖南省耕地利用效益时空变异研究[J].经济地理,2013,33(9):142-147.
- [7]吴涛,任平.基于综合评价的耕地利用效益时空特征分析:以四川省为例[J].四川师范大学学报(自然科学版),2015,38(5):746-753.
- [8]李全峰,杜国明,胡守庚.不同土地产权制度下耕地利用综合效益对比分析——以黑龙江省富锦市垦区与农区为例[J].资源科学,2015,37(8):1561-1570.
- [9]向云波,谢炳庚,郭湘.近50年湖南省耕地利用绩效时空分异特征[J].经济地理,2015,35(2):169-177.
- [10]聂艳,乌云嘎,于婧,等.基于能值分析的武穴市耕地利用效益时空特征分析[J].长江流域资源与环境,2015,24(6):987-993.
- [11]赵磊,刘洪彬,于国锋,等.基于嫡权法土地资源可持续利用综合评价研究[J].资源与产业,2012,14(4):63-69.

114°17'E、27°25'~27°35'N,属罗霄山脉北段,南北走向绵延约 120 km,总面积大约 260 km²,年平均温度为 14~16℃,年降水量 1 350~1 750 mm,为赣江水系和湘江水系的分水岭。武功山岩石主要由花岗岩和片麻岩构成,山体垂直,海拔较高,且山势陡峻,导致气候、土壤、植被的垂直地带性分异明显。地貌类型主要以中山和低山类型为主,红壤、黄壤、黄棕壤、高原草甸土沿海拔高度梯型分布。武功山的地带性植被属于典型的中亚热带常绿阔叶林。在山脉南坡的植被带具有较强的热带性,北坡则有较强的温带性。垂直地带性的植被类型包括常绿、落叶阔叶混交林、竹林、常绿阔叶林、针叶林、灌木、草甸等。主峰金顶海拔 1 918.3 m,在我国华东植被区

划中具有重要地位。

1.2 试验样地设置和样品采集

根据其植被类型将武功山在海拔 800~1 900 m 梯度划分为毛竹区、针阔混交区、灌木区、山地草甸区。在区域内根据植被群落和海拔设置样地,样地的具体情况见表 1。在样地内设置 3 个 30 m×30 m 样方。在样方内采用土钻多点取土混合均匀,带回实验室风干后,挑出细根、石粒等杂质,过筛保存,供土壤有效钾测定使用。每个样方沿坡向分为 0~10 m、>10~20 m、>20~30 m 3 层,每一层在样方左右两端分别取新鲜凋落物混合装入自封袋,风干,磨碎用于植物钾的测定。

表 1 不同区域和不同海拔高度的样地状况

区域	植物群落	海拔梯度 (m)	序号	东经 (°)	北纬 (°)	坡度 (°)	实际海拔 (m)
毛竹区	毛竹	800	1	27.464 25	114.165 53	27	833
			2	27.464 14	114.164 85	29	825
			3	27.464 28	114.164 99	30	818
	毛竹	900	1	27.275 61	114.093 23	40	935
			2	27.275 66	114.093 23	29	927
			3	27.275 65	114.093 17	27	911
	毛竹+杉木+ 东南石栎	1 000	1	27.275 69	114.093 25	30	998
			2	27.275 58	114.093 41	28	1 005
			3	27.275 54	114.092 29	34	995
针阔混交区	杉木	1 100	1	27.275 27	114.094 29	23	1 124
			2	27.275 41	114.094 31	24	1 113
			3	27.275 43	114.094 34	26	1 130
	马尾松	1 150	1	27.275 43	114.094 42	20	1 164
			2	27.275 42	114.094 48	14	1 169
			3	27.275 39	114.094 54	21	1 177
	枫香树	1 200	1	27.275 23	114.095 11	21	1 210
			2	27.275 17	114.095 11	26	1 218
			3	27.275 39	114.095 12	21	1 225
灌木区	云和新木姜子	1 400	1	27.274 08	114.101 06	29	1 413
			2	27.274 01	114.101 04	28	1 402
			3	27.273 95	114.101 07	22	1 407
	杜鹃、 云和新木姜子	1 450	1	27.273 94	114.101 11	24	1 460
			2	27.273 92	114.101 12	18	1 472
			3	27.273 80	114.101 24	20	1 479
	云和新木姜子、 芒草	1 550	1	27.273 34	114.101 65	30	1 556
			2	27.273 35	114.101 61	26	1 563
			3	27.273 34	114.101 76	35	1 572
草甸区	芒	1 650	1	27.270 92	114.117 52	24	1 655
			2	27.274 95	114.117 47	28	1 655
			3	27.274 98	114.117 43	30	1 650
	漂浮草+苔草	1 650	1	27.274 94	114.116 02	24	1 664
			2	27.274 06	114.105 79	20	1 671
			3	27.274 26	114.105 73	22	1 658
	芒+苔草	1 750	1	27.274 15	114.119 52	40	1 748
			2	27.274 18	114.118 74	27	1 747
			3	27.274 19	114.119 48	36	1 737
	箭竹	1 800	1	27.276 07	114.102 23	15	1 804
			2	27.272 55	114.102 27	18	1 813
			3	27.272 41	114.116 27	26	1 781
	苔草	1 900	1	27.271 59	114.102 25	15	1 912
			2	27.271 61	114.102 29	25	1 913
			3	27.272 07	114.102 28	20	1 912
	芒	1 900	1	27.274 14	114.102 41	23	1 892
			2	27.272 07	114.102 31	30	1 897
			3	27.272 08	114.102 32	20	1 898

1.3 试验方法

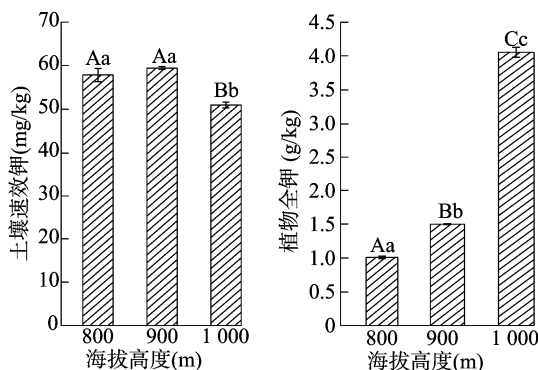
1.3.1 测定方法 土壤速效钾采用 1 mol/L $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 浸提—火焰光度法测定;植物全钾采用 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ 消煮,制备成待测液,火焰光度计对待测液进行测定。

1.3.2 分析方法 运用 SPSS 17.0 进行统计分析,显著性水平设定为 $\alpha=0.01$ 、 $\alpha=0.05$ 。数据经正态分布检验,用方差分析和 Duncan's 检验分析土壤速效钾、植物全钾的垂直梯度上的空间分布状况,用 Pearson 相关系数评价土壤速效钾和植物全钾的相关性,采用 origin 8.0 软件制图。

2 结果与分析

2.1 土壤速效钾和植物全钾的空间分布

2.1.1 毛竹区土壤速效钾、植物全钾含量 钾元素与氮、磷元素不同,钾元素不是植物有机体的结构物质,以自由离子或吸附形式存在于细胞液中,并且在细胞之间和整个植物体内具有流动性,活性强,容易被淋溶^[4],在不同植物中钾元素具有不同的分布特征^[5]。通过对海拔 800~1 000 m 高度的毛竹区土壤速效钾以及新鲜凋落物的植物全钾进行测定,土壤速效钾含量变异范围为 50.88~59.40 mg/kg,植物全钾含量的变异范围为 1.01~4.05 g/kg。从图 1 可以看出,土壤速效钾在海拔 800 m 与 900 m 高度没有差异,在海拔 1 000 m 土壤速效钾最低,与海拔 800、900 m 高度差异极显著。植物全钾具有明显的垂直分布规律,即随着海拔的升高,植物全钾也随之升高。海拔 1 000 m 高度的植物全钾是海拔 800、900 m 高度的 4.00、2.70 倍。土壤中的钾素主要来源于成土母岩中矿物风化释放,其含量多少还与成土区气候、降雨量以及植被种类的差异密切相关^[6-7]。土壤速效钾是土壤钾素的现实供应指标^[8]。海拔 1 000 m 高度的植物全钾最大因为其样方内含有阔叶树种和灌木导致,对钾吸收较毛竹纯林大,导致其土壤速效钾较低。而海拔 800、900 m 高度植物全钾差异可能是因为毛竹林毛竹年龄和径阶不同而引起的。



不同小写、大写字母分别表示区域内不同海拔植物群落差异显著($P<0.05$)、极显著($P<0.01$)。图2—图4同

图1 毛竹区不同海拔高度土壤速效钾、植物全钾含量比较

2.1.2 针阔混交区土壤速效钾、植物全钾含量 森林植被类型不同,其林地表层的枯落物构成及地下根系的生长发育状况,枯落物的分解等均存在差异,因而所造成的林地土壤理化性质也存在差异^[9]。在海拔 1 000~1 400 m 高度的针阔混交区土壤速效钾含量变异范围为 24.33~46.70 mg/kg,植物全钾含量的变异范围为 3.00~4.50 g/kg。从图 2 可以看出,不同海拔高度土壤速效钾和植物全钾的含量差异极显著,其中

海拔高度 1 150 m 土壤速效钾、植物全钾含量最低,1 200 m 土壤速效钾、植物全钾含量最高。化感作用是植物通过释放化学物质到环境中而对其他植物产生直接或间接的有害或有利作用,从而对植物生长产生不同程度的影响^[10-11]。海拔高度 1 150 m 土壤速效钾、植物全钾低的原因可能是马尾松的化感作用,不利于灌木和草本植物生长,样地内的灌木和草本植物稀疏,均不及海拔高度 1 100、1 200 m。雨水冲刷以及风力侵蚀造成表层土壤营养流失,造成土壤速效钾、植物全钾较低。枫香为落叶乔木^[12-13],生物量大,养分归还给土壤较针叶多,且样地内灌木和草本植物比较茂盛,所以其土壤速效钾、植物全钾的含量较高。

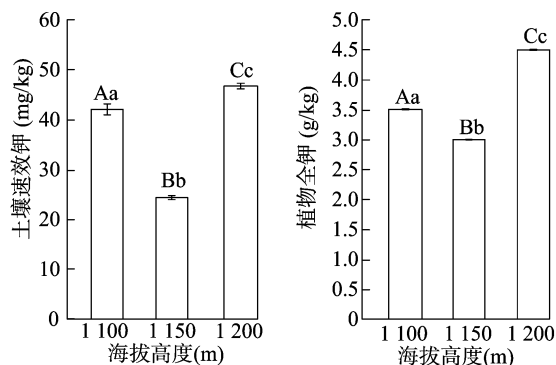


图2 针阔混交区不同海拔高度土壤速效钾、植物全钾含量比较

2.1.3 灌木区不同海拔高度土壤速效钾、植物全钾含量 随着海拔的升高,由于水分、温度、风的限制^[14],海拔 1 400~1 600 m 植物的类型属于灌木。在灌木区土壤速效钾含量的变异范围为 89.89~141.06 mg/kg,植物全钾含量变异范围为 2.99~4.16 g/kg。不同植物对钾的吸收存在一定的差异,即使是同种植物的不同品种对钾的吸收都存在一定的差异^[15]。从图 3 可以看出,不同海拔高度的土壤速效钾、植物全钾含量差异显著,海拔高度 1 450 m 土壤速效钾含量最高,但植物全钾含量最低,1 550 m 土壤速效钾含量最低,1 400 m 植物全钾含量最高。

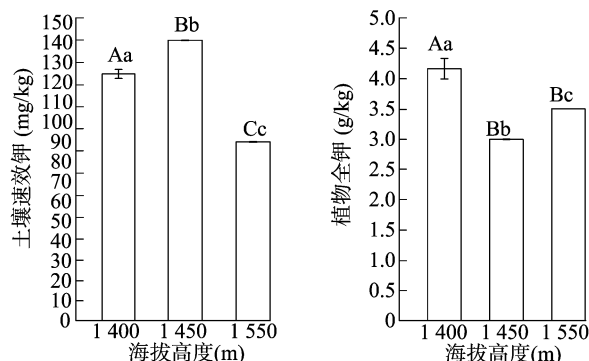


图3 灌木区不同海拔高度土壤速效钾、植物全钾含量比较

2.1.4 草甸区土壤速效钾、植物全钾含量 海拔高度 1 600~1 900 m 为草甸区,其面积广和分布基准海拔低的特点,在华东植被垂直带谱中具有典型性和特殊性^[16]。其土壤类型为高原草甸土^[17]。草甸区的土壤速效钾含量的变异范围为 96.97~138.53 mg/kg,植物全钾含量变异范围为 5.49~7.16 g/kg。从图 4 可以看出,海拔高度 1 750 m 的土

壤速效钾最高,海拔高度 1 650 m 的土壤速效钾最低。与海拔 1 900 m 土壤速效钾差异极显著。土壤速效钾含量随着海拔增高呈现先增大后减小的趋势。草甸区植被种类丰富,大小群落分布不均。植物全钾在海拔 1 650、1 900 m 处差异极显著,这是不同植物群落所造成。不同海拔植物群落植物全钾的含量差异极显著,植物全钾含量不同海拔高度依次为 1 750 m>1 900 m>1 650 m,土壤速效钾的含量依次为 1 750 m>1 900 m>1 650 m。植物全钾含量随着土壤速效钾的增大而提高。

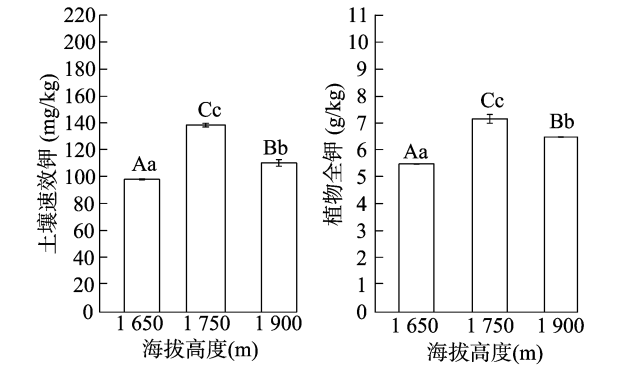


图4 草甸区不同海拔高度土壤速效钾,植物全钾含量比较

2.2 土壤速效钾和植物全钾的相关性

通过对武功山海拔高度、土壤速效钾、植物全钾进行相关性分析(表 2、表 3),结果表明,海拔高度与土壤速效钾含量、植物全钾含量之间均存在极显著正相关,相关程度依次为:植物全钾>土壤速效钾。土壤速效钾与植物全钾存在极显著正相关。可以利用回归方程在海拔垂直梯度上对土壤速效钾和植物全钾的含量进行估算。

表 2 武功山海拔高度、土壤速效钾、植物全钾的相关关系

指标	相关系数		
	海拔	土壤速效钾	植物全钾
海拔	1.00	0.746 **	0.864 **
土壤速效钾		1.00	0.599 **
植物全钾			1.00

注:“ ** ”表示差异极显著($P<0.01$)。

表 3 武功山海拔高度与土壤速效钾、植物全钾的回归分析

指标	回归方程	r 值	P 值
土壤速效钾	$y = -0.085x - 31.095$	0.746	0.000
植物全钾	$y = 0.006x - 3.476$	0.864	0.000

3 结论

通过对武功山海拔高度 800~1 900 m 的土壤速效钾、植物全钾进行分析,结果表明,土壤速效钾含量为草甸区 118.41 mg/kg>灌木区 118.35 mg/kg>毛竹区 56.03 mg/kg>针阔混交区 37.59 mg/kg。毛竹区、针阔混交区土壤速效钾含量处于低水平的 30~60 mg/kg,灌木区、草甸区土壤速效钾含量处于高水平的 100~160 mg/kg。武功山海拔高度 800~1 900 m 的土壤速效钾变异范围为 24.33~

138.53 mg/kg,变异范围较大,土壤速效钾在海拔梯度上分布极其不均。其土壤速效钾含量均值为 86.99 mg/kg。研究区域的植被具有垂直地带性分布,且植被种类丰富,所处土壤母质和土壤类型也不同,植物全钾含量为草甸区 7.36 g/kg>针阔混交区 3.67 g/kg>灌木区 3.67 g/kg>毛竹区 2.19 g/kg。植物全钾含量的变异范围为 1.01~7.16 g/kg,均值为 4.82 g/kg。植物全钾含量变异范围大,分布极其不均。在海拔梯度上植物全钾含量无明显的分布规律。海拔高度与土壤速效钾含量、植物全钾含量之间均存在极显著正相关,土壤速效钾含量与植物全钾含量具有极显著正相关。在海拔梯度上土壤母质和其他因素如温度、降水、风对土壤速效钾、植物全钾含量分布还有待于进一步研究。

参考文献:

[1]雷 品,郝艳淑,王晓丽,等. 植物钾效率差异的营养生理及代谢机制研究进展[J]. 中国土壤与肥料,2014(1):1-5.

[2]涂书新,郭智芬,张 平,等. 植物吸收利用钾素研究的某些进展[J]. 土壤,2000,32(5):248-253.

[3]黄 航. 武夷山土壤有效钾垂直分异研究[J]. 太原师范学院学报(自然科学版),2008,7(3):132-134.

[4]刘长娥,杨永兴,杨 杨. 九段沙上沙湿地植物钾元素的分布、积累与动态[J]. 湿地科学,2008,6(2):185-191.

[5]郭丽琢,胡恒觉. 植物体内钾循环与再循环的研究进展[J]. 甘肃农业大学学报,2001,36(1):1-7.

[6]赵自稳,郭晓敏,潜伟平,等. 山地草甸退化对土壤速效养分的影响[J]. 地球与环境,2016,44(2):193-198.

[7]李 萍. 毛竹林土壤有机碳变化及其与土壤性质的关系[D]. 北京:北京林业大学,2010.

[8]黄绍文,金继运. 土壤钾形态及其植物有效性研究进展[J]. 土壤肥料,1995(5):23-29.

[9]向光志,杨志训,秦连岗. 不同植被类型土壤理化性质研究[J]. 防护林科技,2014(5):20-22.

[10]何佩文,丁贵杰. 马尾松林下常见草本、灌木对其苗木生理活性的化感影响[J]. 西南林学院学报,2009,29(1):8-11.

[11]闫法领,刘君昂,谭益民,等. 马尾松人工林林下植被恢复模式对土壤微生物的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(7):50-55.

[12]王传华,李俊清,陈芳清,等. 鄂东南低丘地区枫香林下枫香幼苗更新限制因子[J]. 植物生态学报,2011,35(2):187-194.

[13]黄勇来. 枫香天然林及人工林群落特征和生长过程比较[J]. 福建林学院学报,2004,24(4):361-364.

[14]张巧明,王得祥,龚明贵,等. 秦岭火地塘林区不同海拔森林土壤理化性质[J]. 水土保持学报,2011,25(5):69-73.

[15]刘晓燕,何 萍,金继运. 钾在植物抗病性中的作用及机理的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(3):445-450.

[16]程 晓. 武功山山地草甸植物群落特征及空间分布格局研究[D]. 南昌:江西农业大学,2014.

[17]邓邦良,袁知洋,温卫华,等. 武功山山地草甸土壤有机质、全氮及碱解氮分布格局及关系[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):414-417.